

STUDI TINGKAT KEBISINGAN LALU LINTAS JALAN PADA AREA SEMPADAN BANGUNAN (Studi Kasus : Jalan Poros Maros - Makassar, Km. 5 Maccopa)

Disusun Oleh :

Mohammad Imran

Mahasiswa Program Studi S2 Arsitektur, Pasca Sarjana
Universitas Sam Ratulangi (UNSRAT)
INDONESIA
ime_cowok02ars@yahoo.com

ABSTRAK

Kebisingan lalu lintas merupakan faktor yang sangat penting untuk dicarikan solusinya bagi kenyamanan manusia. Studi ini difokuskan pada pembahasan rancangan area sempadan yang berfungsi untuk mereduksi kebisingan lalu lintas sepanjang jalan raya di Kabupaten Maros. Terdapat dua masalah dalam penelitian ini yaitu, pertama, mengungkapkan berapa besar kuat bunyi lalu lintas di jalan raya tersebut. Kedua, bagaimana merumuskan kriteria rancangan area sempadan berbasis reduksi kebisingan khusus di lokasi sepanjang Jalan Raya di Kabupaten Maros. Tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi kuat bunyi lalu lintas jalan raya ditinjau berdasarkan pada area sempadan dan mengembangkan formula untuk memenuhi kriteria rancangan area sempadan berbasis reduksi kebisingan sepanjang jalan raya.

Kabupaten Maros merupakan bagian dari area kawasan pengembangan Mamminasata untuk Provinsi Sulawesi Selatan. Selain itu, karena juga sebagai bagian dari kawasan penting/strategis di Provinsi Sulawesi Selatan, namun permasalahan yang terdapat di Kabupaten Maros salah satunya ialah kebisingan akibat lalu lintas jalan dan akibat rutinitas masyarakat sekitar menjadi hal yang sepatutnya menjadi dasar bagi rancangan kriteria terhadap area sempadan.

Penelitian meliputi identifikasi kuat bunyi lalu lintas jalan dan pola distribusinya berdasarkan letak dan jarak bangunan dari sumber bising sesuai dengan kondisi topografi, sifat material permukaan tanah dan keberadaan barrier yang ada di halaman bangunan. Dari hasil penelitian ditemukan bahwa kuat bunyi pada area sempadan berkisar 102,5 dB(A), sementara dalam bangunan yang terdekat dengan dinding terluar berkisar 72, 3 dB(A). Standar baku mutu kebisingan dalam bangunan hunian yakni 50 – 60 dB(A), oleh karena itu diperlukan suatu kriteria rancangan sempadan bangunan yang mampu mereduksi kebisingan yang ada.

Kata Kunci : *Kebisingan lalu-lintas jalan, Reduksi kebisingan dan Area sempadan*

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Permasalahan

Manusia membutuhkan lingkungan yang nyaman (*comfort*) untuk keberlangsungan hidup dan melakukan aktivitas kesehariannya, salah satu faktor yang sangat penting bagi kenyamanan tersebut ialah kenyamanan pendengaran (*sound*

comfort) atau dengan kata lain kebutuhan manusia terhadap reduksi kebisingan ruang luar/lingkungan terkhusus kebisingan lalu lintas jalan. Kebisingan adalah bunyi yang tidak dikehendaki keberadaannya disebabkan karena tidak sesuai dengan konteks aktivitas, ruang dan waktu sehingga dapat menimbulkan gangguan terhadap kenyamanan bahkan kesehatan bagi manusia.

Szokolay (2008) menyatakan kebisingan yang terjadi di ruang luar/lingkungan disebabkan oleh sumber utama yang berasal dari industri, lalu lintas jalan (*road traffic*) dan lalu lintas udara (*air traffic*). Menurut Sangkertadi (2006) dalam kejadian sehari-hari, sumber kebisingan ruang luar disebabkan terutama oleh kegiatan lalu lintas dan kegiatan keramaian masyarakat. Kebisingan lingkungan memiliki waktu maksimal dalam perambatannya, hal ini senada dengan Jani (1997) bunyi bising memiliki kekuatan yang berbeda dan memuncak pada waktu pagi, tengah hari dan petang dimana waktu tersebut merupakan waktu sibuk dengan berbagai aktivitas pekerjaan dan jasa/perdagangan.

Kebisingan lalu lintas jalan merupakan sumber kebisingan lingkungan yang dapat mengganggu kegiatan dasar manusia seperti tidur, istirahat, komunikasi, belajar dan bekerja. Griefhan dalam penelitian Bangun, L.P. *et al* (2009) menegaskan bahwa umumnya masalah yang terkait dengan kebisingan ialah gangguan komunikasi dan gangguan tidur, kebisingan ada dimana-mana dan ketergangguhan merupakan salah satu reaksi yang paling banyak ditemui serta dapat mengakibatkan masalah mental dan kesehatan fisik.

Lingkungan yang ada pada suatu kawasan perkotaan pada kenyataannya banyak yang tidak sesuai dengan standar ataupun aturan yang harusnya diterapkan, hal ini dapat dilihat dengan jelas pada penerapan klasifikasi dan pola jalan. Pada beberapa sudut kota masih terdapat aplikasi jalan yang tidak sesuai dengan tingkatan kelas jalan maupun jumlah kendaraan yang melaluinya, akibatnya terjadi kebisingan di lingkungan/ruang luar yang dapat mengganggu aktivitas dan kenyamanan masyarakat dalam bangunan dan sekitarnya. Fungsi

bangunan juga sangat berpengaruh terhadap area sempadan yang ada hal ini sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Kep. 48/MENLH/11/1996 yang memuat tentang baku tingkat kebisingan kawasan dan lingkungan berdasarkan fungsi bangunan, selain itu tipe jalan juga berpengaruh terhadap rancangan kriteria suatu sempadan.

Kriteria sempadan juga berdasarkan reduksi terhadap kebisingan yang terjadi di lingkungan sekitarnya, yang disesuaikan dengan fungsi bangunan yang telah ditetapkan oleh peraturan yang ada.

Bangunan sebagai wadah/tempat hunian dan aktivitas manusia tidak terlepas juga pengaruhnya terhadap kebisingan yang terjadi di lingkungan tersebut, letak dan jarak bangunan terhadap sumber bising menjadi salah satu faktor reduksi kebisingan atau dengan kata lain lebih dikenal dengan istilah area sempadan. Selain itu, area yang berada dari tepi jalan (rumija) ke pagar bangunan dan area dari pagar bangunan ke dinding terluar bangunan juga sangat penting diperhatikan sebagai variabel pereduksi kebisingan lalu lintas jalan. Oleh karena itu, sudah sepatutnya kriteria rancangan untuk area sempadan untuk suatu perkotaan khususnya area permukiman, pendidikan maupun perdagangan harusnya berbasis pada reduksi kebisingan yang terjadi di lingkungan tersebut terkhusus kebisingan akibat lalu lintas jalan.

Kabupaten Maros merupakan bagian dari area kawasan pengembangan *Mamminasata* untuk Provinsi Sulawesi Selatan. Adapun Kawasan *Mamminasata* adalah kawasan andalan dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Nasional, sehingga Kabupaten Maros juga menjadi aset andalan nasional. Selain itu, karena juga sebagai bagian dari kawasan penting/strategis di Provinsi

Sulawesi Selatan, maka pembangunan di Kabupaten Maros perlu diarahkan dengan baik dan sedini mungkin untuk menghindari kompleksitas permasalahan di masa yang akan datang. Permasalahan yang terdapat di Kabupaten Maros salah satunya ialah kebisingan akibat lalu lintas jalan dan akibat rutinitas masyarakat sekitar menjadi hal yang sepatutnya menjadi dasar bagi rancangan kriteria terhadap area sempadan.

Perkembangan pembangunan arsitektur kota di sepanjang pola jalan yang demikian pesat perlu mendapat perhatian dan pengendalian yang serius, khususnya ditinjau dari hubungannya terhadap lalu lintas jalan. Adapun ruang yang menghubungkan antara area bangunan dan jalan ialah area sempadan, dapat berubah seiring dengan perkembangan peningkatan fungsi dan lebar jalan. Area sempadan yang ada di sekitar jalan utama bukan hanya berfungsi sebagai pengatur kerapian atau kesejajaran massa bangunan di sepanjang pola jalan saja, namun seharusnya juga berfungsi untuk mengantisipasi kebisingan lalu lintas. Besarnya reduksi kebisingan ruang luar atau lingkungan tidak hanya tergantung pada letak dan jarak bangunan dari sumber bising pada pola jalan yang ada saja, melainkan juga tergantung pada kondisi topografi, sifat material permukaan tanah dan keberadaan *barrier* di halaman bangunan tersebut.

B. Perumusan Masalah

Kebisingan lingkungan atau ruang luar pada kawasan perkotaan berdampak pada berkurangnya kenyamanan pendengaran (*sound comfort*) masyarakat. Oleh karena itu, permasalahan dalam penelitian ini adalah :

1. Kuat bunyi lalu lintas jalan dan pola distribusinya ditinjau berdasarkan letak

dan jarak bangunan dari sumber bising, kondisi topografi, sifat material permukaan tanah dan keberadaan *barrier* di halaman bangunan.

2. Rumusan kriteria rancangan area sempadan berdasarkan faktor-faktor pereduksi kebisingan lalu lintas jalan.

C. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan perumusan masalah yang telah diuraikan, maka penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengidentifikasi kuat bunyi lalu lintas jalan dan pola distribusinya ditinjau berdasarkan letak dan jarak bangunan dari sumber bising, kondisi topografi, sifat material permukaan tanah dan keberadaan *barrier* di halaman bangunan.
2. Merumuskan kriteria rancangan area sempadan berdasarkan faktor-faktor pereduksi kebisingan lalu lintas jalan.

Penelitian dibatasi pada kebisingan lalu lintas pada pola jalan lurus dan persimpangan (tiga arah dan empat arah) untuk kawasan permukiman, pendidikan dan perdagangan, yaitu Jalan Poros Maros-Makassar Km 5.

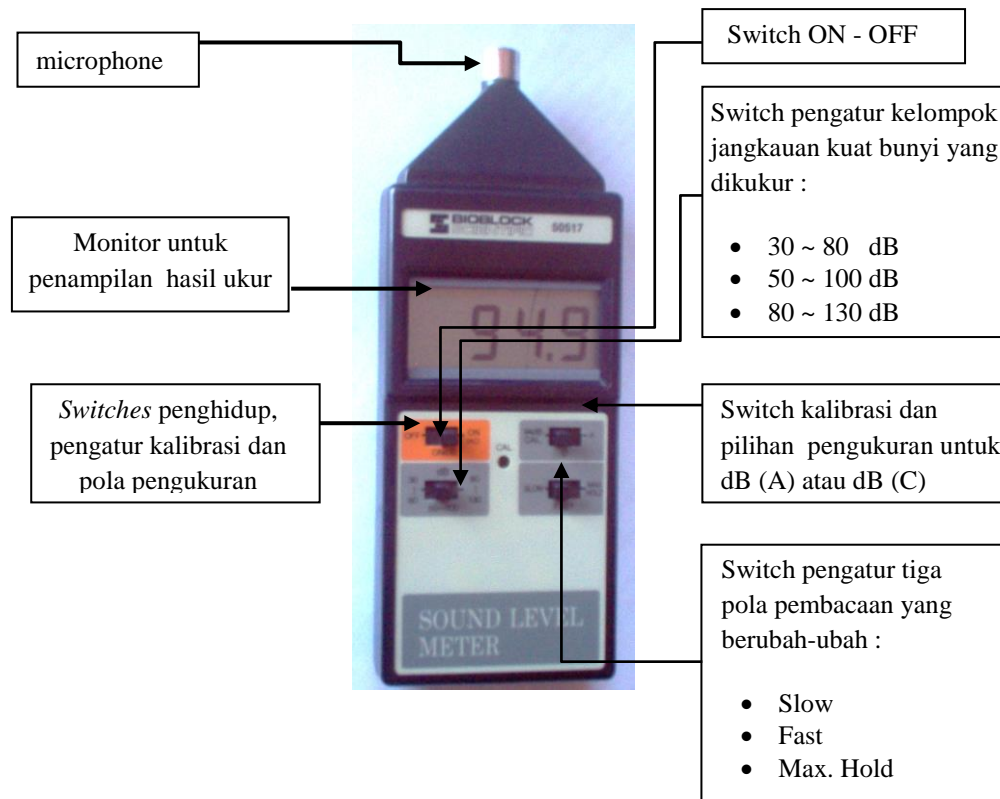
METODE PENELITIAN

Berdasarkan kajian yang akan diteliti yaitu mengenai kebisingan lalu lintas jalan yang memiliki karakteristik tersendiri, maka penelitian ini menggunakan metode analisis kuantitatif (pengukuran di lapangan dan formulasi rumus/persamaan) lebih mengacu kepada paradigma fenomenologik kuantitatif.

Sebelum melakukan proses penelitian, terlebih dahulu telah dilakukan observasi awal oleh peneliti pada beberapa lokasi peruntukan kawasan perkotaan di Kabupaten Maros untuk menentukan lokasi yang sesuai, oleh karena itu penentuan lokasi penelitian akan dibatasi pada beberapa faktor yaitu :

1. Kelas Jalan (primer) dan pola jalan (jalan lurus) .

2. Jarak tepi jalan ke bidang terluar bangunan (GSB) yang dekat dengan sumber bising yakni 3m.
3. Tipologi fasade bangunan di sepanjang jalan dan material permukaan tanah dan pagar sebagai barrier.



Gambar 1. Sound Level Meter produksi Bioblock dari Perancis
 Sumber : Sangkertadi, 2006

Tahap kerja di lapangan merupakan tahapan pokok dalam penelitian ini, meliputi pengukuran kondisi lokasi penelitian, pengamatan dan pencatatan. Pada penelitian ini, teknik pengukuran bunyi menggunakan cara sederhana yaitu dilakukan oleh tiga orang. Masing-masing memegang alat ukur pada titik ukur yang telah ditentukan, yakni di pinggir jalan/bahu jalan/torotoar, halaman/teras bangunan dan ruang dalam bangunan. Waktu yang digunakan pada tiga waktu yaitu jam 08.30; 10.30; 14.00; 17.00 dan 22.00, mencatat saat kondisi kendaraan padat dan dengan bunyi yang maksimum pada pembacaan tingkat kebisingan dari *Sound Level Meter* (SLM) yang lama

pengukurannya \pm satu jam. Pengukuran akan mengacu pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Kep.48/MENLH/11/1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan dan dikondisikan dengan tingkat kepadatan kendaraan dan aktivitas di lokasi penelitian, yakni sebagai berikut :

- a. L1 diambil jam 08.30, mewakili jam 06.00 – 09.00. Pada jam ini aktivitas mulai terjadi di lokasi penelitian.
- b. L2 diambil jam 10.30, mewakili jam 09.00 – 14.00.
- c. L3 diambil jam 14.00, mewakili jam 14.00 – 17.00. Pada jam ini merupakan jam pulang siswa/pelajar.

- d. L4 diambil jam 17.00, mewakili jam 17.00 – 22.00. Pada jam ini merupakan jam pulang kerja.
- e. L5 diambil jam 22.00, mewakili jam 22.00 – 24.00.

KAJIAN PUSTAKA

Kebisingan dan Kriteria Bising

Menurut Sasongko dalam penelitian Bangun, L.P. *et al* (2009) kebisingan adalah bunyi yang tidak dikehendaki karena tidak sesuai dengan konteks ruang dan waktu sehingga dapat menimbulkan gangguan terhadap kenyamanan dan kesehatan manusia. Dikatakan bising jika tekanan suara yang dihasilkan melebihi dari tekanan atmosfer normal (Egan, 2007). Bunyi bising (*noise*) adalah bunyi yang terlalu kuat dan tidak dikehendaki atau yang dapat mengganggu aktivitas (Sangkertadi, 2006). Senada dengan hal tersebut, bising merupakan suara yang mengganggu pendengaran dan tidak pada waktunya (Maekawa dan Lord, 1994). Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-48/MENLH/11/1996) atau semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan atau alat-alat kerja pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran (Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. 51 Tahun 1999).

Definisi kebisingan yang telah diuraikan oleh Sasongko dalam penelitian Bangun, L.P. *et al* (2009), Egan (2007), Sangkertadi (2006) serta Maekawa dan Lord (1994), disimpulkan bahwa kebisingan merupakan bunyi yang tidak dikehendaki dikarenakan memiliki tingkat tekanan bunyi yang terlalu kuat (melebihi tekanan atmosfer normal) dan tidak sesuai peruntukan fungsi dan waktu yang dapat mengganggu aktivitas manusia serta dapat menimbulkan gangguan

kesehatan maupun kenyamanan pendengaran manusia maupun lingkungan.

Menurut Mediastika (2009) kepekaan telinga manusia tidak sama terhadap bunyi menyebabkan pengukuran tingkat keras bunyi menggunakan desibel (dB), hal tersebut dikarenakan desibel (dB) terdiri dari angka-angka yang lebih mudah untuk dibaca dan dipahami. Ambang batas bawah kemampuan pendengaran telinga manusia dalam menerima bunyi adalah 0 dB dan ambang batas teratas sebesar 140 dB (Mediastika, 2009).

Menurut Wardhana (1999) kebisingan dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis berdasarkan sumber asalnya, yaitu :

- a. Kebisingan *impulsif*, yaitu kebisingan yang datangnya tidak secara terus menerus, akan tetapi sepotong-sepotong. **Contohnya : kebisingan yang datang dari suara palu yang dipukulkan, kebisingan yang datang dari mesin pemancang tiang pancang.**
- b. Kebisingan kontinyu, yaitu kebisingan yang datang secara terus menerus dalam waktu yang cukup lama. **Contohnya : kebisingan yang datang dari suara mesin yang dijalankan (dihidupkan)**
- c. Kebisingan semi kontinyu (*intermittent*), yaitu kebisingan kontinyu yang hanya sekejap, kemudian hilang dan mungkin akan datang lagi. Contohnya : suara mobil atau pesawat terbang yang sedang lewat.

Menurut Karden (2007) kebisingan berdasarkan sifatnya, dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu :

- a. Bising yang kontinu (*steady noise*). Jenis bising ini memiliki tingkat bunyi yang relatif sama selama terjadinya bising. Contohnya air terjun, mesin pembangkit listrik, mesin industri dan lain sebagainya.
- b. Bising yang tidak terus-menerus. Jenis bising ini mempunyai tingkat bunyi yang berbeda-beda selama bising berlangsung. Contohnya yaitu lalu lintas kendaraan bermotor, pesawat, suara senjata dan sebagainya.

Jenis kebisingan yang terjadi di sekitar manusia dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu (Mediastika, 2009) :

- a. Kebisingan latar belakang adalah tingkat kebisingan yang terpapar terus menerus pada suatu area, tanpa adanya sumber-sumber bunyi yang muncul secara signifikan.
- b. Kebisingan *ambien* adalah total kebisingan yang terjadi pada suatu area yang meliputi kebisingan latar belakang dan kebisingan lainnya yang muncul pada suatu waktu dengan tingkat keras melebihi tingkat keras kebisingan latar belakang dan merupakan hasil kompilasi kebisingan, baik yang sumber bising dekat maupun jauh.
- c. Kebisingan tetap adalah tingkat kebisingan yang tidak berubah-ubah, namun memiliki fluktuasi (naik turun) bunyi maksimum sebesar 60 dB.

Bentuk bising berdasarkan sumbernya dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu

- a. Berbentuk titik. Bising yang keluar dari sumber berbentuk titik dan menyebar melalui udara dengan kecepatan suara (1100 feet/detik) dan penyebarannya berbentuk lingkaran. Contohnya mobil (Karden, 2007) :

berhenti dan mesinnya tetap nyala, mesin pembangkit tenaga listrik dan lain-lain.

- b. Berbentuk garis. Bising yang keluar dari sumber berbentuk garis akan menyebar melalui udara dengan penyebaran suaranya tidak berbentuk lingkaran, tapi bentuk silinder yang memanjang. Contohnya yaitu bising kendaraan yang sedang bergerak (jalan).

Dari berbagai pendapat yang telah diuraikan oleh **Wardhana (1999)**, (Mediastika, 2009) dan Karden (2007) mengenai jenis kebisingan, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat dua jenis kebisingan yaitu : (1) Kebisingan berdasarkan intensitas bunyi dan (2) kebisingan berdasarkan pola distribusi bunyi.

Kriteria batas bising (Noise Criteria = NC) adalah batas ambang kuat bunyi yang dianggap sebagai batas maksimum dari bunyi yang akan mengganggu suatu kegiatan (Frick, 2007).

Akustik Ruang Luar

Akustik sangat penting untuk dipelajari dalam cabang ilmu sains arsitektur, agar menghasilkan lingkungan suara yang nyaman (*sound comfort*) yakni suara dengan ukuran tertentu yang tidak mengganggu. Secara umum, akustik (*acoustics*) adalah cabang ilmu fisika yang berhubungan dengan gelombang bunyi dan berkaitan dengan penerapannya pada bangunan dan lingkungannya (Sangkertadi, 2006). Akustik dibagi menjadi akustik ruang (*room acoustics*) untuk menangani bunyi-bunyi yang dikehendaki dan kontrol kebisingan (*noise control*), untuk menangani bunyi-bunyi yang tidak dikehendaki (Satwiko, 2008). Akustik urban dan ruang luar adalah penanganan kebisingan yang terjadi akibat

kegiatan ruang luar sekitar bangunan yang dapat mengganggu kegiatan di ruang luar sekitar bangunan maupun terhadap ruang dalam bangunan yang bersangkutan (Sangkertadi, 2006). Menurut **Szokolay (2008)** tidak dapat dipungkiri bahwa keadaan lingkungan sekitar tempat beraktivitas dapat memberikan pengaruh ataupun dampak terhadap aktivitas dalam bangunan, untuk meminimalisir (mereduksi) kebisingan yang diakibatkan oleh lalu lintas maupun aktivitas masyarakat lainnya di lingkungan sekitar tersebut, maka dapat dilakukan cara sebagai berikut :

- a. Memanfaatkan tanaman hijau, aplikasinya bisa dengan menanam pohon di sekeliling tapak atau pada tiap masing-masing zona.

- b. Tapak disusun dengan sistem penzoningan, letakkan area yang lebih butuh ketenangan pada area yang dianggap tenang.

Pada kejadian sehari-hari, sumber kebisingan ruang luar disebabkan terutama oleh kegiatan lalu lintas dan kegiatan keramaian masyarakat (pesta rakyat, kampanye politik, orasi demonstrasi, kegiatan pasar terbuka, dll). Selain cara di atas tadi, menurut Sangkertadi (2006) penanganan untuk menghindari dari dampak bising lalu lintas dan keramaian ruang luar lainnya adalah dengan beberapa alternatif seperti :

- a. Menjauh dari sumber bising
- b. Menempatkan dinding penangkal (*barrier*)
- c. Menaikkan elevasi / ketinggian bangunan sebagai penerima terhadap sumber bising.

Pengendalian terhadap bising lingkungan atau bising ruang luar secara optimal tidak bisa berdiri sendiri, tetapi berkaitan dengan masalah yang lebih luas lagi. Setidaknya ada dua metode yang saling terkait untuk mengurangi bising lingkungan agar efektif, (Doelle, 1993) :

- a. Pengendalian Bising Secara Arsitektural.

Dimulai dari sekala perencanaan kota dengan pendaerahan (*zoning*) menjadi beberapa kelompok bangunan, yakni: daerah sumber bising, tenang dan antara.

- b. Pengendalian Bising Secara Akustik

Pengendalian bising secara akustik dibagi berdasarkan tiga faktor utama pembetuk suara:

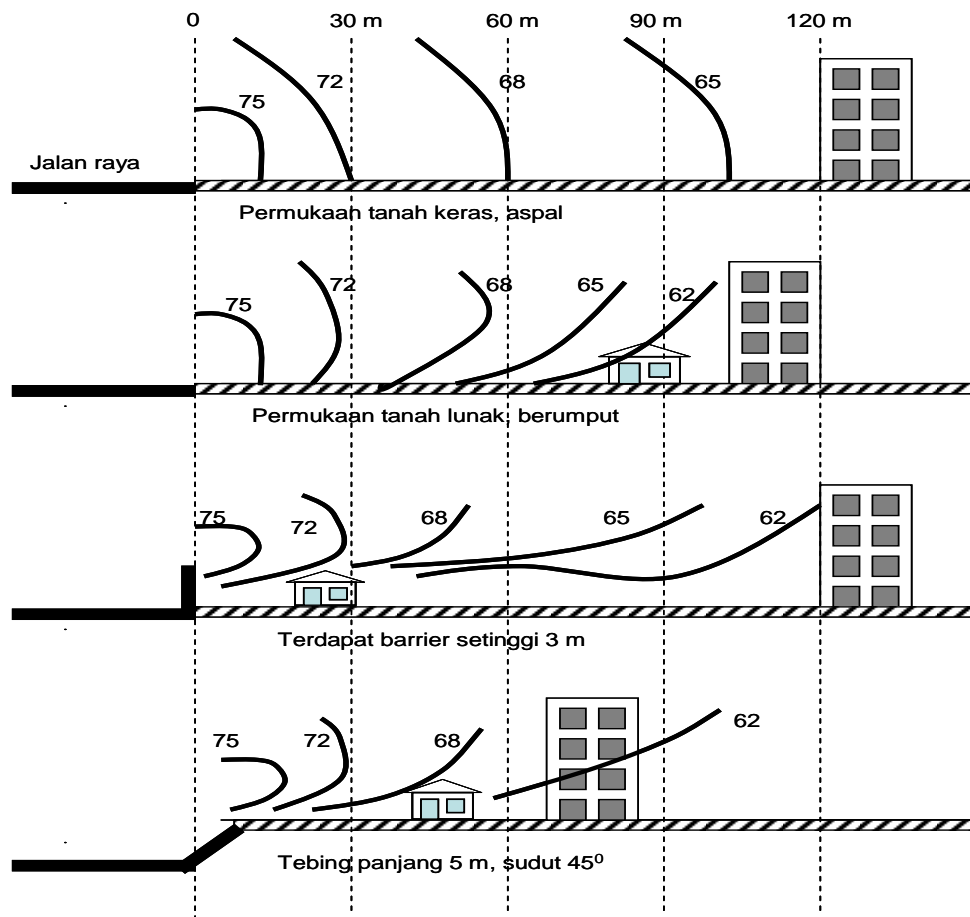
- 1) Pengurangan bising pada sumbernya
- 2) Pengurangan bising pada proses perambatan (*propagate*)
- 3) Pengendalian bising pada penerima dalam kondisi terpaksa menggunakan pelindung telinga dari bising (*protector*), penggunaan suara latar belakang, penempatan posisi atau penempatan pendengar

Bising ruang luar sangat banyak dipengaruhi oleh faktor teknis aktivitas manusia dan beragamnya bunyi yang terjadi di area tersebut. Salah satu ragam bunyi yang menghasilkan tingkat bising yang sangat berpengaruh adalah tingkat kebisingan sinambung setara. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Kep-48/MENLH/11/1996 yang dimaksud dengan tingkat kebisingan sinambung setara adalah nilai tingkat kebisingan dari kebisingan yang berubah-ubah (*fluktuatif*) selama waktu tertentu yang setara dengan tingkat kebisingan yang ajeg (*steady*) pada selang waktu yang sama.

Pengendalian bising diperlukan untuk mencegah terjadinya gangguan terhadap kenyamanan dan kesehatan kepada manusia (Karden, 2007). Kebisingan dapat ditempuh dengan cara :

- a. Mengurangi bising pada sumbernya
- b. Menambah jarak antara sumber bising dengan penerima bising, baik dengan cara menjauhkan dari sumber bising dan atau membuat penghalang (*barrier*) antara sumber bising dengan penerima
- c. Mengurangi kepadatan lalu lintas
- d. Membuat tata ruang dan tata guna lahan yang ramah lingkungan dengan basis reduksi kebisingan
- e. Penerapan baku mutu bising secara konsisten.

Ada beberapa kriteria baku tingkat kebisingan yang dapat digunakan dalam membandingkan tingkat kebisingan di suatu kawasan, salah satunya terdapat dalam buku Akustik Lingkungan (Doelle, 1993) yaitu mengenai tingkat bunyi sumber-sumber bunyi tertentu diukur dengan alat pengukur tingkat kebisingan dengan jarak tertentu dari sumber bising.



Gambar 2. Sebuah Pola Distribusi Tingkat Kebisingan Rata-Rata di Ruang Luar
(Sumber : Sangkertadi, 2006)

Faktor-faktor Pereduksi Kebisingan

1. Letak dan Jarak Bangunan Terhadap Sumber Bising

Kebisingan ruang luar atau kebisingan yang diakibatkan oleh lalu lintas terhadap suatu bangunan dapat direduksi berdasarkan letak dan jarak (posisi) bangunan tersebut terhadap sumber bising. Letak bangunan terhadap sumber kebisingan tidak boleh berhubungan langsung atau dengan kata lain perletakan halaman bangunan berpengaruh terhadap penerimaan bising tersebut. Halaman dapat menjadi pereduksi terhadap kebisingan yang cukup baik pada suatu bangunan dengan mekanisme mengumpulkan energi bunyi tersebut di halaman tengah bangunan (Egan, 2007).

Menurut Fathoni (2010), kebisingan dapat direduksi dengan cara memperpanjang jalannya media perambatan yakni menjauhkan sumber bising dengan penerima. Bising lalu lintas dapat berkurang dengan penambahan jarak bangunan terhadap sumber bising, yakni dengan menggandakan jarak bangunan maka dapat mereduksi kebisingan sampai dengan 3 dB (Doelle, 1993). Senada dengan itu, Koesnigsberger. *et al* (1975) dan Satwiko (2008) menyatakan bahwa menggandakan jarak antara sumber bunyi dan penerima akan mereduksi kebisingan sebesar 6 dB.

2. Material Permukaan

Penggunaan material permukaan tanah dapat dibagi menjadi dua faktor yakni material permukaan tanah pada tepi jalan dan material permukaan tanah pada halaman bangunan. Bising akan berkurang di atas permukaan

bidang yang keras atau di ruang bebas sekitar 3 dB, di atas tanah berumput dan bertaman bising akan berkurang 5 sampai dengan 6 dB (Doelle, 1993). Permukaan tanah disesuaikan dengan kondisi lingkungan setempat, pada area dawasja biasanya dapat berupa aspal, batu-batuan, paving, beton, rumput dan tanah keras sedangkan material permukaan tanah pada halaman bangunan dapat berupa tanah keras,

rumput, paving dan beton. Demikian juga halnya dengan material permukaan dinding bangunan memiliki daya serap bunyi yang berbeda-beda tergantung jenis materialnya. Berikut adalah tabel tingkat resapan bunyi beberapa material permukaan, yaitu :

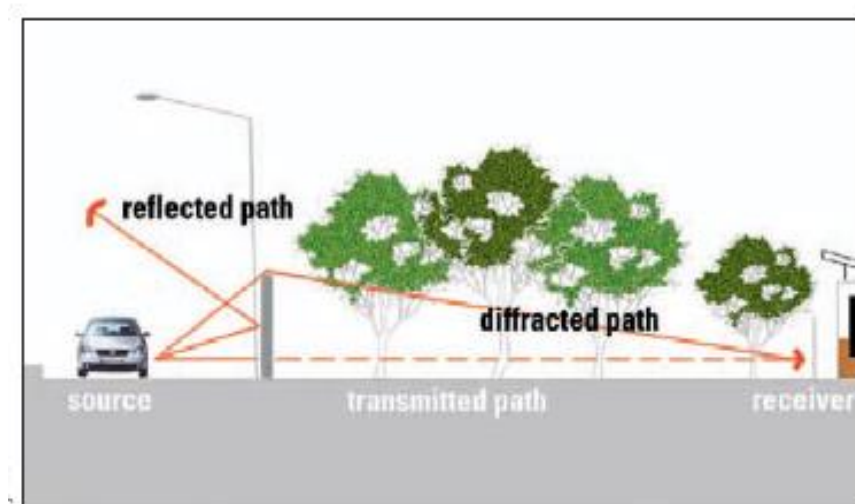
Tabel 1. Koefisien Serapan Bunyi (α) dari Beberapa Jenis Material Permukaan

Jenis Bahan	Koefisien serapan bunyi pada 4 frekuensi yang berbeda (kasus arah bunyi tegak lurus pada bidang)			
	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Permukaan dipleser normal (semen, dll)	0.01	0.02	0.02	0.03
Aspal	0.03	0.03	0.03	0.03
Beton kasar	0.02	0.04	0.06	0.08
Beton licin	0.01	0.02	0.02	0.02
Rumput	0.26	0.60	0.69	0.92
Tanah keras	0.25	0.40	0.55	0.60
Permukaan air	0.01	0.01	0.02	0.02
Kayu	0.11	0.10	0.07	0.06
Marmer	0.01	0.01	0.01	0.02
Batu bata	0.02	0.03	0.04	0.05

Sumber : Egan, 2007

3. Penghalang (*barrier*)

Bidang vertikal pada suatu ruang adalah unsur pembagi dan pembatas atau penghalang dari sesuatu, bidang tersebut berfungsi untuk mengontrol unsur-unsur yang dapat mengganggu (Hakim, 1987).



Gambar 3. *Barrier* Berupa Pagar dan Vegetasi
(Sumber : Guidelines for Community Noise, 1999)

Menurut Doelle (1993), penghalang yang tidak terputus, padat dan tidak berlubang yang terletak diantara sumber bising dan penerima akan mereduksi bising tergantung pada sudut bayangan bising (β) dan tinggi efektif penghalang (H) di atas garis yang menghubungkan sumber bising dengan penerima.

Mereduksi kesibingan juga dapat dengan cara memberikan penghalang (*barrier*) antara sumber bunyi dengan penerima (Fathoni, 2010). Menurut Mediastika (2003), penghalang (*barrier*) dapat berupa dinding penghalang yang memiliki tinggi minimal 1,5 m, jarak penghalang dengan penerima yaitu 2 – 3 m, jarak sumber dengan penghalang yakni 3 – 4 m akan mereduksi bunyi hingga 10 dB. Untuk mereduksi kebisingan yang terjadi akibat lalu lintas jalan, maka perlu dibuat penghalang bising dari batu bata, gundukan tanah yang dimodifikasi menjadi tanggul atau dari tanaman dengan kerapatan tertentu (Frick, 2008).

4. Fasade Bangunan

Fasade bangunan yang dimaksud adalah karakteristik bangunan pada area sepanjang jalan yang memiliki kesamaan ataupun kemiripan dapat diklasifikasikan / dikelompokkan menjadi satu karakteristik. Kemiripan ataupun kesamaan ini dilihat dari

fasade bangunan yakni berupa penempatan posisi, model maupun jumlah dari pintu, jendela, ventilasi. Hal ini sesuai dengan pendapat Doelle (1993) yang menyatakan bahwa bising lingkungan dapat ditransmisikan melalui udara lewat bukaan (pintu, jendela, ventilasi), kerapatan material, celah dan retakan sekitar pintu.

Pereduksi kebisingan yang masuk dalam kategori ini dapat juga disebut cara mereduksi kebisingan dengan strategi fasade bangunan (Fathoni, 2010). Penutupan fasade bangunan dengan dinding penuh akan mereduksi bunyi sebesar 50 dB, jika menggunakan jendela kaca tertutup akan mereduksi bunyi sebesar 20 dB (Moore, 1978). Fasade bangunan sangat berpengaruh juga dengan sirkulasi penghawaan alami dalam bangunan, oleh karenanya menurut Koesnigberger (1975) dan Szokolay (1978) bahwa ventilasi dengan tipe krepak sangat efektif digunakan untuk mereduksi bunyi sebesar 6 dB bahkan hingga 12 dB.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan metode penelitian yang dilakukan yaitu menggunakan penelitian survey dengan jenis penelitian kausal komparatif (*causal comparative research*), maka diperoleh hasil tingkat intensitas bunyi sesuai dengan hasil survey (pengukuran) di

lima lokasi dengan mempertimbangkan karakteristik/tipologi fasade bangunan pada Jalan Poros Maros-Makassar Km 5 (Maccopa). Mewakili area sempadan sejauh 3 meter, kelas jalan primer dengan pola jalan lurus.

Dari lokasi jalan di kawasan perkotaan Kabupaten Maros yang dikumpulkan berdasarkan kriteria yang telah ditentukan sebelumnya dari survey, maka penjabaran bab ini akan diklasifikasikan/dikelompokkan berdasarkan :

- 1) Data-data fisik sesuai dengan kondisi di lapangan (*Eksisting Condition*) menurut area sempadan (jarak sempadan, material permukaan tanah, kondisi topografi), *barrier* (pagar dan pohon), bangunan (fasade, material dinding).
- 2) Tingkat intensitas bunyi pada bangunan (objek penelitian) sebagai sample (mewakili masing-masing lokasi penelitian) yang diperoleh

dengan menggunakan *Sound Level Meter* (SLM).

- 3) Karakteristik tipologi area sempadan (sempadan horisontal dan sempadan vertikal) pada objek penelitian yang bersifat meneruskan bising lalu lintas jalan ke dalam bangunan atau sebagai pereduksi kebisingan.
- 4) Analisa kuantitatif dan analisa formulasi rumus/persamaan yang digunakan berkaitan dengan tingkat intensitas bunyi, kehilangan transmisi maupun pengurangan kebisingan oleh faktor pereduksi bunyi.
- 5) Kriteria rancangan area sempadan berbasis reduksi kebisingan yang disesuaikan dengan tipologi karakteristik yang ada.

Berikut ini akan diuraikan hasil pengukuran di lapangan mengenai tingkat intensitas bunyi pada bangunan (objek penelitian) yang dijadikan sebagai sample pada lokasi penelitian :

Tabel 2. Data Tingkat Intensitas Bunyi Sample Bangunan Pertama (1) di Lokasi Jalan Poros Maros-Makassar Km. 5 (Maccopa) Tanggal 06 Mei 2013

Titik Ukur	L1 (08.30)	L2 (10.30)	L3 (14.00)	L4 (17.00)	L5 (22.00)
I (Bahu Jalan)	91,46 dB	87,17 dB	89,20 dB	92,80 dB	85,26 dB
II (Teras Rumah)	88,51 dB	84,25 dB	85,14 dB	89,18 dB	81,21 dB
III (Ruang Tamu)	73,24 dB	69,78 dB	70,52 dB	74,10 dB	66,15 dB

Tabel 3. Data Tingkat Intensitas Bunyi Sample Bangunan Pertama (1) di Lokasi Jalan Poros Maros-Makassar Km. 5 (Maccopa) Tanggal 08 Mei 2013

Titik Ukur	L1 (08.30)	L2 (10.30)	L3 (14.00)	L4 (17.00)	L5 (22.00)
I (Bahu Jalan)	92,20 dB	88,42 dB	90,05 dB	93,10 dB	84,31 dB
II (Teras Rumah)	89,01 dB	85,00 dB	85,91 dB	89,58 dB	80,43 dB

III (Ruang Tamu)	73,73 dB	70,04 dB	71,12 dB	74,82 dB	65,15 dB
-------------------------	----------	----------	----------	----------	----------

Tabel 4. Data Tingkat Intensitas Bunyi Sample Bangunan Pertama (1) di Lokasi Jalan Poros Maros-Makassar
 Km. 5 (Maccopa) Tanggal 10 Mei 2013

Titik Ukur	L1 (08.30)	L2 (10.30)	L3 (14.00)	L4 (17.00)	L5 (22.00)
I (Bahu Jalan)	92,31 dB	88,12 dB	91,11 dB	93,52 dB	85,71 dB
II (Teras Rumah)	89,18 dB	84,77 dB	86,01 dB	90,21 dB	80,00 dB
III (Ruang Tamu)	73,92 dB	69,86 dB	71,00 dB	75,16 dB	65,04 dB

Tabel 5. Data Tingkat Intensitas Bunyi Sample Bangunan Pertama (1) di Lokasi Jalan Poros Maros-Makassar
 Km. 5 (Maccopa) Tanggal 14 Mei 2013

Titik Ukur	L1 (08.30)	L2 (10.30)	L3 (14.00)	L4 (17.00)	L5 (22.00)
I (Bahu Jalan)	89,88 dB	87,30 dB	90,00 dB	92,28 dB	84,24 dB
II (Teras Rumah)	88,04 dB	84,56 dB	85,62 dB	88,62 dB	80,82 dB
III (Ruang Tamu)	72,91 dB	70,18 dB	71,21 dB	73,94 dB	65,75 dB

Tabel 6. Data Tingkat Intesitas Bunyi Sample Bangunan Pertama (1) di Lokasi Jalan Poros Maros-Makassar
 Km. 5 (Maccopa) Tanggal 16 Mei 2013

Titik Ukur	L1 (08.30)	L2 (10.30)	L3 (14.00)	L4 (17.00)	L5 (22.00)
I (Bahu Jalan)	91,46 dB	87,42 dB	89,05 dB	92,10 dB	85,11 dB
II (Teras Rumah)	88,31 dB	84,77 dB	85,12 dB	89,03 dB	80,93 dB
III (Ruang Tamu)	72,14 dB	70,04 dB	71,12 dB	74,22 dB	61,00 dB

Tabel 7. Data Tingkat Intensitas Bunyi Sample Bangunan Pertama (1) di Lokasi Jalan Poros Maros-Makassar
 Km. 5 (Maccopa) Tanggal 18 Mei 2013

Titik Ukur	L1 (08.30)	L2 (10.30)	L3 (14.00)	L4 (17.00)	L5 (22.00)
-------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

I (Bahu Jalan)	92,21 dB	87,12 dB	91,26 dB	92,52 dB	85,21 dB
II (Teras Rumah)	89,10 dB	84,18 dB	85,91 dB	89,00 dB	81,30 dB
III (Ruang Tamu)	73,75 dB	69,02 dB	70,52 dB	74,16 dB	66,04 dB

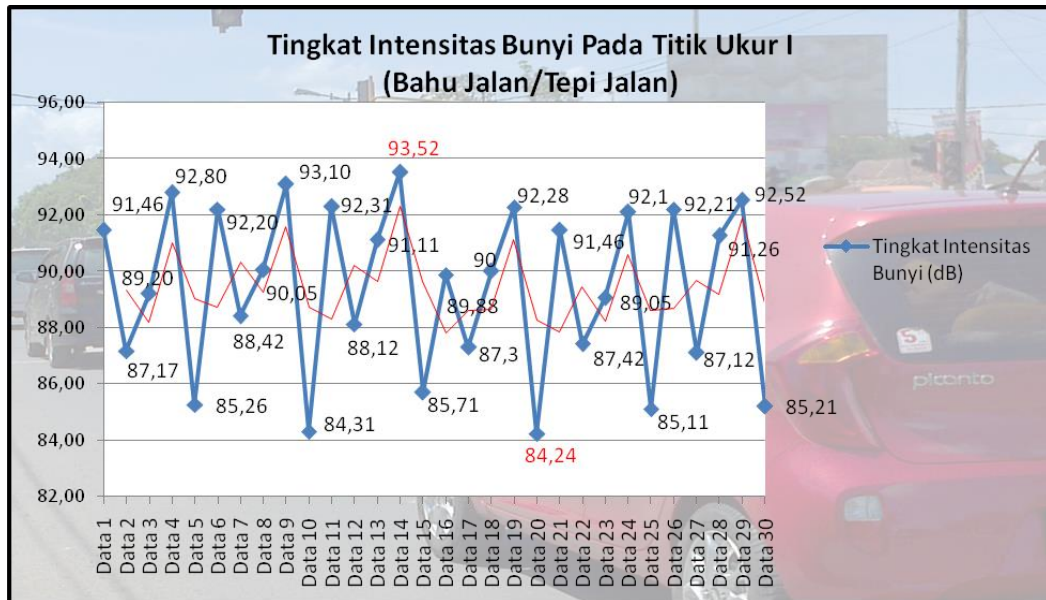
Tabel 8. Data L_{min} , L_{maks} dan L_{eq} Sample Bangunan Pertama (1) di Lokasi Jalan Poros Maros-Makassar Km. 5 (Maccopa) Berdasarkan Titik Ukur Pertama (TU I)

Jumlah Data	Tingkat Intensitas Bunyi (dB)	L min (dB)	L maks (dB)	Leq (dB)
Data 1	91,4	84,2	93,5	87,2
Data 2	87,1			
Data 3	89,2			
Data 4	92,8			
Data 5	85,2			
Data 6	92,2			
Data 7	88,4			
Data 8	90,0			
Data 9	93,1			
Data 10	84,3			
Data 11	92,3			
Data 12	88,1			
Data 13	91,1			
Data 14	93,5			
Data 15	85,7			
Data 16	89,8			
Data 17	87,3			
Data 18	90,0			
Data 19	92,2			
Data 20	84,2			
Data 21	91,4			
Data 22	87,4			
Data 23	89,0			
Data 24	92,1			
Data 25	85,1			
Data 26	92,2			
Data 27	87,1			
Data 28	91,2			
Data 29	92,5			
Data 30	85,2			

NB :

Leq dicari dengan menggunakan rumus :

$$Leq = 10 \log \left(\frac{1}{N} (0,5 \cdot 10^{L_1/10} + \dots + 0,5 \cdot 10^{L_n/10}) \right)$$



Gambar 4. Tingkat Intensitas Bunyi pada Titik Ukur I (Bahu Jalan/Tepi Jalan)

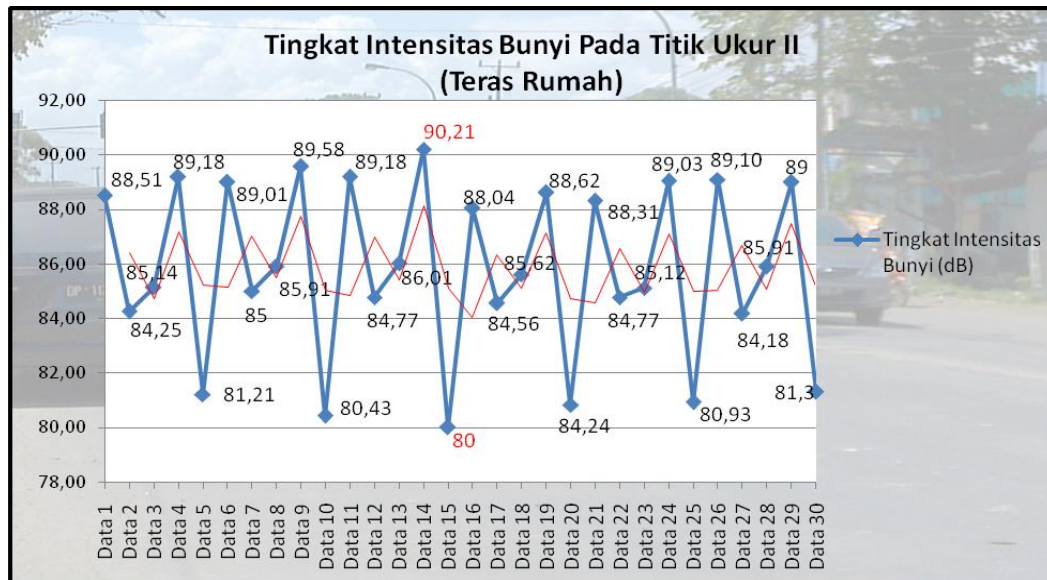
Tabel 9. Data L_{min} , L_{maks} dan L_{eq} Sample Bangunan Pertama (1) di Lokasi Jalan Poros Maros-Makassar Km. 5 (Maccopa) Berdasarkan Titik Ukur Kedua (TU II)

Jumlah Data	Tingkat Intensitas Bunyi (dB)	L min (dB)	L maks (dB)	Leq (dB)
Data 1	88,5	80	90,2	83,7
Data 2	84,2			
Data 3	85,1			
Data 4	89,1			
Data 5	81,2			
Data 6	89,0			
Data 7	85,0			
Data 8	85,9			
Data 9	89,5			
Data 10	80,4			
Data 11	89,1			
Data 12	84,7			
Data 13	86,0			
Data 14	90,2			
Data 15	80,0			
Data 16	88,0			
Data 17	84,5			
Data 18	85,6			
Data 19	88,6			
Data 20	80,8			
Data 21	88,3			
Data 22	84,7			
Data 23	85,1			
Data 24	89,0			
Data 25	80,9			
Data 26	89,1			
Data 27	84,1			
Data 28	85,9			
Data 29	89,0			
Data 30	81,3			

NB :

Leq dicari dengan menggunakan rumus :

$$Leq = 10 \log \left(\frac{1}{N} \left(0,5 \cdot 10^{L_1/10} + \dots + 0,5 \cdot 10^{L_n/10} \right) \right)$$



Gambar 5. Tingkat Intensitas Bunyi pada Titik Ukur II (Teras Rumah)

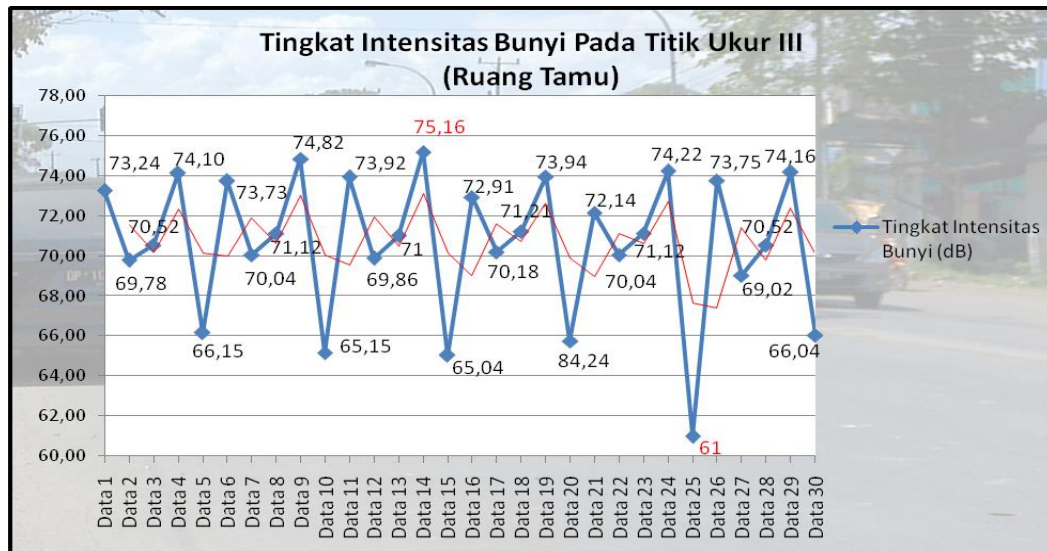
Tabel 10. Data L_{\min} , L_{\max} dan L_{eq} Sample Bangunan Pertama (1) di Lokasi Jalan Poros Maros-Makassar Km. 5 (Maccopa) Berdasarkan Titik Ukur Ketiga (TU III)

Jumlah Data	Tingkat Intensitas Bunyi (dB)	L min (dB)	L maks (dB)	Leq (dB)
Data 1	73,2	61	75,1	68,7
Data 2	69,7			
Data 3	70,5			
Data 4	74,1			
Data 5	66,1			
Data 6	73,7			
Data 7	70,0			
Data 8	71,1			
Data 9	74,8			
Data 10	65,1			
Data 11	73,9			
Data 12	69,8			
Data 13	71,0			
Data 14	75,1			
Data 15	65,0			
Data 16	72,9			
Data 17	70,1			
Data 18	71,2			
Data 19	73,9			
Data 20	65,7			
Data 21	72,1			
Data 22	70,0			
Data 23	71,1			
Data 24	74,2			
Data 25	61,0			
Data 26	73,7			
Data 27	69,0			
Data 28	70,5			
Data 29	74,1			
Data 30	66,0			

NB :

Leq dicari dengan menggunakan rumus :

$$Leq = 10 \log \left(\frac{1}{N} \left(0,5 \cdot 10^{L_1/10} + \dots + 0,5 \cdot 10^{L_n/10} \right) \right)$$



Gambar 6. Tingkat Intensitas Bunyi pada Titik Ukur III (Ruang Tamu)

Data hasil pengukuran pada bangunan sample pertama di lokasi pertama berupa data kuantitatif disandingkan dengan standar kenyamanan pendengaran manusia.

- Jenis kawasan dan standar batas kebisingan pada area penelitian di sepanjang Jalan Poros Maros-Makassar Km. 5 (Maccopa), yakni kawasan pinggiran kota dengan **tingkat kebisingan maksimum** dan **baku mutu kebisingan** yang telah ditentukan maksimal sebesar **55 dB** (Peraturan Menteri Kesehatan No. 78/MENKES/Per/87 dan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-48/MENLH/11/1996).
- Jenis peruntukan bangunan yang diambil sebagai sample pada sekitar Jalan Poros Maros-Makassar Km. 5 (Maccopa), ini yaitu rumah tinggal dengan **standar ambang batas kriteria batas bising dalam ruang tamu** yang telah ditentukan sebesar **45 dB** (Satwiko, 2008; *Guidelines*

for Community Noise, 1999 dan Doelle, 1985).

- Analisa rata-rata tingkat intensitas bunyi (nilai L_{eq} yang diambil dari pengukuran pagi, siang dan malam) selama pengukuran di lapangan dengan karakteristik area sempadan :
 - Nilai rata-rata TI (Tingkat Intensitas) bunyi sesuai posisi titik ukur :

Tabel 11. Nilai Rata-rata Tingkat Intensitas Bunyi pada Kasus Pertama

Posisi Titik Ukur (TU)	Nilai Rata-rata (L_{eq}) Tingkat Intensitas Bunyi (dB)
TU I (Tepi Jalan)	87,2
TU II (Teras Rumah)	83,7
TU III (Ruang Tamu)	68,7

- L_{eq} di TU I dinamakan juga TI1 = 87,23 dB
- L_{eq} di TU II dinamakan juga TI2 = 83,75 dB
- L_{eq} di TU III dinamakan juga TI3 = 68,72 dB

Berdasarkan hasil pengukuran di atas, maka akan dicari besarnya nilai reduksi bunyi yang terjadi pada area sempadan yang diselarasakan dengan data yang telah diperoleh di lapangan.

- (2) Indeks serapan bunyi (α) sesuai dengan kondisi area sempadan di lokasi penelitian :

- Jarak bangunan dari tepi/bahu jalan = 3 m
- Koefisien serap angin sebanding dengan 100 m^3 , $\alpha = 0,3$
- Topografi lahan datar, $\alpha = 0$ (tidak berpengaruh)
- Area Rumija (Ruang Milik Jalan) :
 - Trotoar (paving block, sepanjang 4 m x 1 m, $\alpha = 0,06$)
 - Tanah padat sepanjang 2 m x 1 m, $\alpha = 0,4$

- Area Halaman rumah :

- Carport (beton licin, seluas 3 m x 2 m, $\alpha = 0,04$)
- Pagar depan (besi dipasang perlembar dengan banyak celah, seluas 4 m x 1,5 m, $\alpha = 0$ (tidak berpengaruh))
- Pagar samping (batu bata diplaster dan dicat, pagar masif tanpa lobang, dua buah, seluas 3 m x 1,5 m, $\alpha = 0,04$)
- Pekarangan rumah (tanah padat, seluas 4 m x 2 m, $\alpha = 0,4$)
- Pohon (jenis pohon jambu dan pohon soka dengan kerimbunan daun $\pm 50\%$, $\alpha = 0,11$)

- Teras rumah :

- Lantai (tegel keramik, seluas 4 m x 1 m, $\alpha = 0,01$)
- Plafond (beton licin, seluas 4 m x 1,5 m, $\alpha = 0,04$)

Tabel 12. Nilai Sabine pada Area Sempadan Kasus Pertama

Elemen	A (m ²)	Bahan	α	$A\alpha$
Serapan Udara	1	Udara	0,3	0,30
Area Rumija				
1. Trotoar	4	Paving blok	0,06	0,24
2. Tanah	2	Tanah padat	0,4	0,80
Halaman Rumah				
1. Carport	6	Beton licin	0,04	0,24
2. Pagar samping	9	Batu bata, plaster	0,04	0,36
3. Pekarangan	8	Tanah padat	0,4	3,20
4. Pohon	1	Jambu dan Soka (Kerimbunan daun 50 %)	0,11	0,11
Teras Rumah				
1. Lantai	4	Tegel keramik	0,01	0,04
2. Plafond	6	Beton licin	0,04	0,24
3. Dinding	12	Batu bata plaster, batu alam dan kayu	0,38	4,56
$\Sigma A\alpha =$				10,09

Bidang penghalang (*barrier*) pada rumah ini terdiri dari pagar samping dan pagar depan, pagar samping merupakan penghalang bunyi tidak langsung sehingga penghalang utama yaitu pagar depan rumah yang terbuat dari besi dengan model yang tidak , oleh karena itu nilai TL diabaikan. Formulasi persamaan (3-2) dapat dituliskan menjadi :

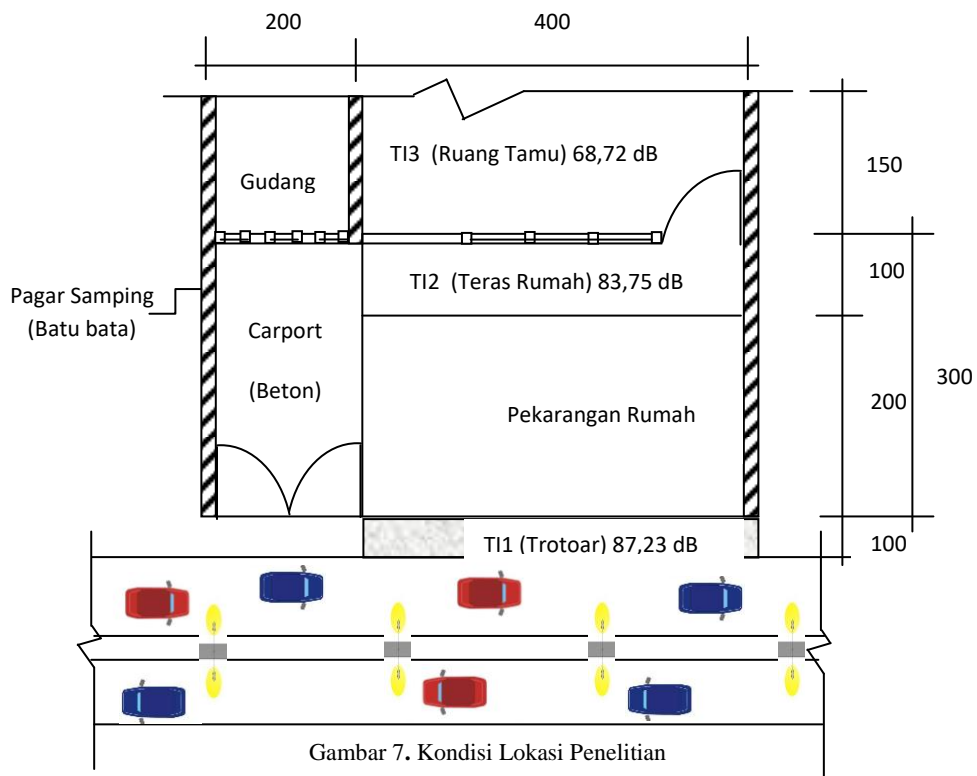
$$NR = 10 \log \frac{A_s}{\sum A\alpha}, \text{ satuan dB}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad NR &= 10 \log A_s / \Sigma A\alpha \\
 &= 10 \log (21/10,09) \\
 &= 10 \log 2,018 \\
 \mathbf{NR} &= \mathbf{3,18 \text{ dB}}
 \end{aligned}$$

Besarnya reduksi kebisingan dari sumber bunyi ke teras rumah yaitu dengan menganalogikan ruang luar (tepi jalan dan teras rumah) berbentuk kotak dengan mempertimbangkan pengaruh serapan bunyi oleh udara yaitu : $TI_1 - NR = 87,23 - 3,18 = 84,05$ dB, sedangkan berdasarkan hasil pengukuran menggunakan alat *Sound Level Meter* (SLM) diperoleh nilai tingkat intensitas bunyi di teras

bangunan sebesar 83,75 dB. Terdapat perbedaan sebesar 0,3 dB.

Standar besarnya tingkat intensitas bunyi untuk kawasan perumahan ataupun permukiman yaitu 55 dB (Szokolay, Peraturan Menteri Kesehatan No. 78/MENKES/Per/87 dan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-48/MENLH/11/1996). Bahan pertimbangan yang ²⁰⁰ dicarikan solusi pada kasus , itu pagar penghalang (*barrier*) bukanlah bidang masif.

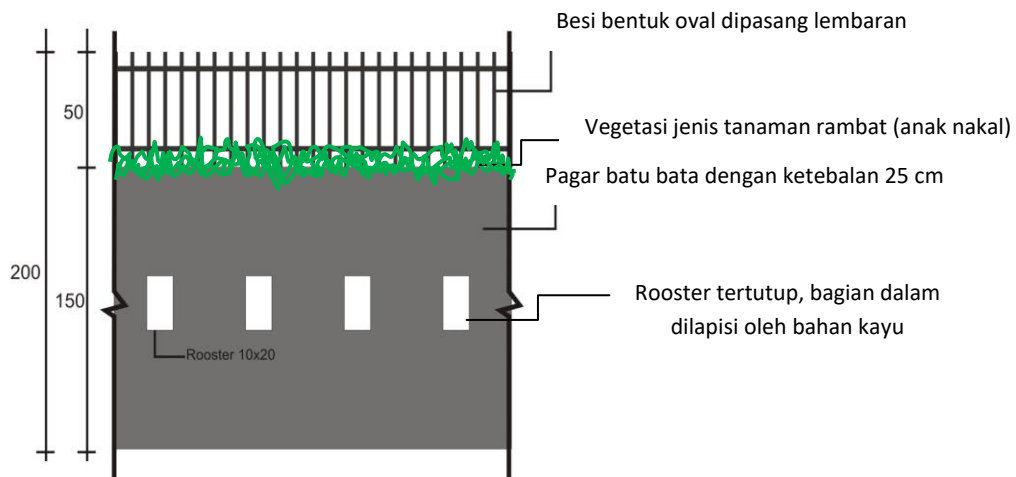


Gambar 7. Kondisi Lokasi Penelitian

Menurut penelitian Kusuma (2003), Mediastika (2008) dan Pedoman Mitigasi dampak kebisingan akibat lalu lintas jalan (Pd.T-16-2005-B), bahwa pagar (penghalang/*barrier*) yang efektif yakni yang memiliki tinggi minimal 1,5 m; bersifat solid dan masif; jarak *barrier* dengan bangunan 2-3 m; jarak sumber dengan *barrier* 3-4 m; material batu bata, beton, kayu maupun aluminium merupakan material *barrier* yang efektif meredam bunyi sebesar 15-20 dB; penghalang dapat berupa jenis menerus, tidak menerus, maupun penggabungan dari keduanya; penghalang dapat juga merupakan kombinasi dinding penghalang dengan tanaman penghalang.

Barrier yang akan dijadikan pagar yakni setinggi 1,5 m (terbuat dari batu bata yang dikombinasikan dengan kayu dan tanaman rambat), tinggi tersebut disesuaikan dengan pagar yang ada di samping, sementara pagar besi dipasang di bagian atasnya setinggi 0,5

m, pagar akan didesain dengan model menerus. Berikut akan dibuat ilustrasi desain pagar penghalang yang sesuai dengan kriteria yang telah disebutkan di atas :



Gambar 8. *Barrier Type Batu bata kombinasi Kayu dan Vegetasi Perambat*

Type *barrier* seperti di atas merupakan alternatif terhadap mereduksi bising lalu lintas jalan, kemudian akan dihitung besarnya reduksi bunyi dengan pendekatan persamaan Egan :

$$A = 10 \log (H/R)^2 + 10 \log f - 17$$

Diketahui : $R = 2 \text{ m}$

$H = 1 \text{ m}$

Penyelesaian :

$$A = 10 \log (H/R)^2 + 10 \log f - 17$$

$$= 10 \log (1/2)^2 + 10 \log 1000 - 17$$

$$= 10 \log (0,25) + 10 \log (983)$$

$$= -6,021 + 29,926$$

$$A = 23,91 \text{ dB}$$

Perhitungandengan menggunakan pendekatan persamaan Egan, diperoleh besarnya reduksi kebisingan (TL) dari *barrier* tersebut sebesar 23,91 dB. Hasil perhitungan ini akan diperbandingkan dengan menggunakan pendekatan persamaan Lawrence :

$$X = \frac{2[R(\sqrt{1 + (H/R)^2} - 1) + D(\sqrt{1 + (H/R)^2} - 1)]}{\lambda[1 + (H/R)^2]}$$

Untuk mencari λ dengan rumus :

$$V = f \times \lambda$$

$$344 \text{ m/dtk} = 1000 \text{ Hz} \times \lambda$$

$$\lambda = 344/1000$$

$$\lambda = 0,344 \text{ m}$$

Diketahui : $R = 2 \text{ m}$

$H = 1 \text{ m}$

$D = 3 \text{ m}$

Penyelesaian :

$$X = \frac{2[R(\sqrt{1 + (H/R)^2} - 1) + D(\sqrt{1 + (H/R)^2} - 1)]}{\lambda[1 + (H/R)^2]}$$

$$= \frac{2[2(\sqrt{1 + (1/2)^2} - 1) + 3(\sqrt{1 + (1/2)^2} - 1)]}{0,344[1 + (1/2)^2]}$$

$$= \frac{2[2(\sqrt{1 + 0,25} - 1) + 3(\sqrt{1 + 0,25} - 1)]}{0,344[1 + 0,25]}$$

$$= \frac{2[2(1,118 - 1) + 3(1,118 - 1)]}{0,344(1,25)}$$

$$= \frac{2[2(0,118) + 3(0,118)]}{0,344(1,25)}$$

$$= \frac{2[0,236 + 0,354]}{0,344(1,25)}$$

$$= \frac{2(0,59)}{0,344(1,25)}$$

$$= \frac{1,18}{0,43}$$

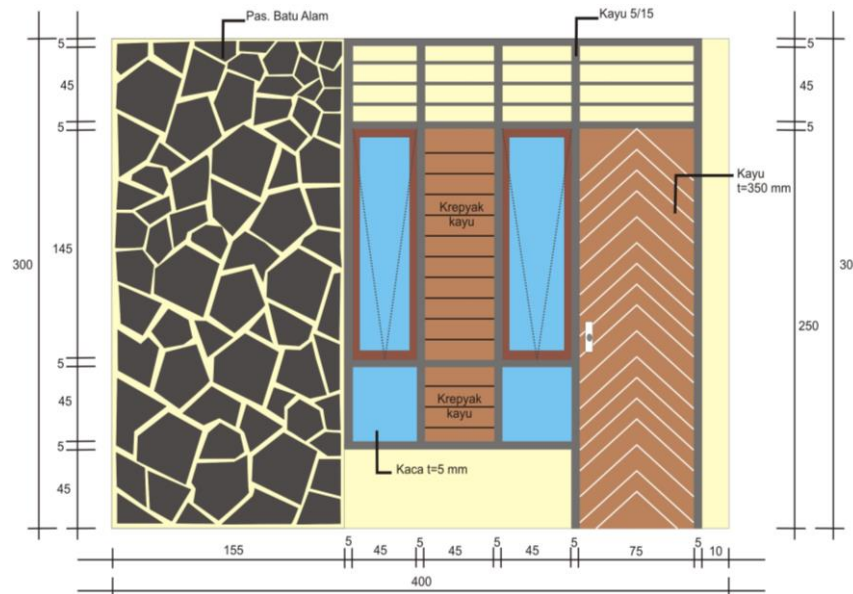
$$X = 2,74 \text{ dB}$$

Perhitungan di atas memperoleh angka serapan sebesar 2,74 dB, perhitungan ini menggunakan data : *barrier* dengan ketinggian efektif dari sumber bunyi 1 m, jarak *barrier* ke teras rumah 3 m dan jarak

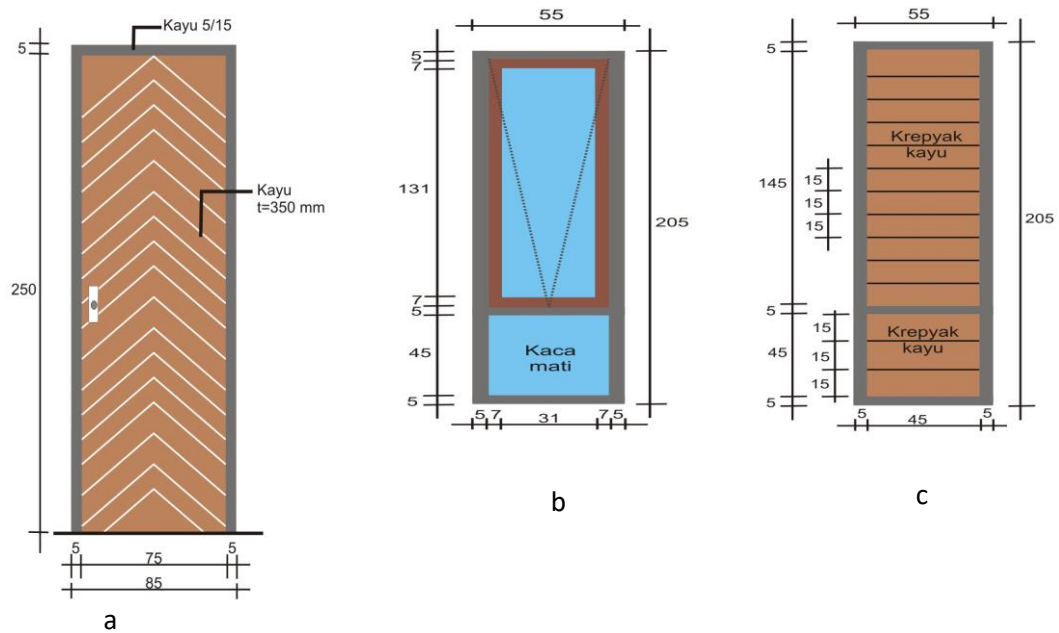
sumber bunyi ke *barrier* 2 m. Angka tersebut maksudnya adalah banyaknya kuat bunyi yang sampai di area teras rumah dengan penghalang (*barrier*) sebesar =

21,17 dB (23,91 dB - 2,74 dB). Nilai ini belum memperhitungkan angka serapan bunyi oleh area halaman rumah.

(3) Fasade Bangunan :



Gambar 9. Karakteristik Fasade Bangunan



Gambar 10. Type Pintu Kayu (a), Type Jendela Kaca (b) dan Type Jendela Krepyak (c)

$$\begin{aligned} TL_{\text{Batu Bata}} &= 45 \text{ dB} \\ TL_{\text{Pintu Kayu Berongga}} &= 23 \text{ dB} \\ TL_{\text{Ventilasi Berjalusi}} &= 15 \text{ dB} \\ TL_{\text{Jendela Kaca}} &= 22 \text{ dB} \\ TL_{\text{Batu Alam Berongga}} &= 40 \text{ dB} \\ TL_{\text{Jendela Krepyak}} &= 12 \text{ dB} \end{aligned}$$

Bukaan yang menjadi media masuknya bunyi dalam ruangan pada ventilasi jalusi horisontal di atas yaitu sebesar $0,819 \text{ m}^2$ atau sebesar $63,37 \%$ dari luas ventilasi, atau sama dengan $6,83 \%$ dari luas keseluruhan permukaan dinding.

Menghitung nilai *Transmission Loss* (TL) bidang penghalang dapat menggunakan persamaan (3-1) berikut ini:

$$TL = 10 \log (\Sigma S / \Sigma \tau S), \text{ satuan dB}$$

Sebelum menggunakan persamaan di atas, untuk mencari nilai τ menggunakan persamaan berikut ini:

$$TL = 10 \log 1/\tau$$

- $TL_{\text{Batu Bata}} = 10 \log 1/\tau$
 $45 = 10 \log 1/\tau$
 $4,5 = \log 1/\tau$
 $10^{4,5} = 1/\tau$
 $\tau = 10^{-4,5}$
 $\tau = 3,16 \times 10^{-5}$
- $TL_{\text{Pintu Kayu Berongga}} = 10 \log 1/\tau$
 $23 = 10 \log 1/\tau$
 $2,3 = \log 1/\tau$
 $10^{2,3} = 1/\tau$
 $\tau = 10^{-2,3}$
 $\tau = 5,01 \times 10^{-3}$
- $TL_{\text{Ventilasi Berjalusi}} = 10 \log 1/\tau$
 $15 = 10 \log 1/\tau$
 $1,5 = \log 1/\tau$
 $10^{1,5} = 1/\tau$
 $\tau = 10^{-1,5}$
 $\tau = 3,16 \times 10^{-2}$
- $TL_{\text{Jendela Kaca}} = 10 \log 1/\tau$
 $22 = 10 \log 1/\tau$
 $2,2 = \log 1/\tau$
 $10^{2,2} = 1/\tau$
 $\tau = 10^{-2,2}$
 $\tau = 6,31 \times 10^{-3}$

- $TL_{\text{Batu Alam}} = 10 \log 1/\tau$
 $40 = 10 \log 1/\tau$
 $4 = \log 1/\tau$
 $10^4 = 1/\tau$
 $\tau = 10^{-4}$
 $\tau = 1 \times 10^{-4}$
- $TL_{\text{Jendela Krepyak}} = 10 \log 1/\tau$
 $12 = 10 \log 1/\tau$
 $1,2 = \log 1/\tau$
 $10^{1,2} = 1/\tau$
 $\tau = 10^{-1,2}$
 $\tau = 6,31 \times 10^{-2}$

• Luas bidang dinding fasade bangunan (ΣS) ialah $4 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 12 \text{ m}^2$, yang terdiri dari empat bagian yaitu :

- Luas bidang Pintu dan ventilasi = $0,85 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 2,55 \text{ m}^2$
- Luas bidang jendela kaca dan ventilasi = $1 \text{ m} \times 2,55 \text{ m} = 2,55 \text{ m}^2$
- Luas bidang jendela krepyak dan ventilasi = $0,5 \text{ m} \times 2,55 \text{ m} = 1,275 \text{ m}^2$
- Luas bidang batu bata = $0,3 \text{ m}^2 + 0,675 \text{ m}^2 = 0,975 \text{ m}^2$
- Luas bidang batu alam = $1,55 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 4,65 \text{ m}^2$

• Nilai koefisien transmisi bunyi (τ) untuk tiap bidang yaitu :

- $\Sigma \tau$ Pintu dan ventilasi = $5,01 \times 10^{-3} + 3,16 \times 10^{-2} = 0,03661$
- $\Sigma \tau$ Jendela kaca dan ventilasi = $6,31 \times 10^{-3} + 3,16 \times 10^{-2} = 0,037932$
- $\Sigma \tau$ Jendela krepyak dan ventilasi = $6,31 \times 10^{-2} + 3,16 \times 10^{-2} = 0,0947$
- $\Sigma \tau$ Batu bata = $3,16 \times 10^{-5}$
- $\Sigma \tau$ Batu alam = 10^{-4}

$$TL = 10 \log (\Sigma S / \Sigma \tau S), \text{ satuan dB}$$

- $TL = 10 \log (\Sigma S / \Sigma \tau S)$
 $= 10 \log 12 / (S_{\text{pintu}} \times \tau_{\text{pintu}} + S_{\text{jendela kaca}} \times \tau_{\text{jendela kaca}} + S_{\text{jendela krepyak}} \times \tau_{\text{jendela krepyak}} + S_{\text{batu bata}} \times \tau_{\text{batu bata}} + S_{\text{batu alam}} \times \tau_{\text{batu alam}})$
 $= 10 \log 12 / ((2,55 \times 0,03661) + (2,55 \times 0,037932) +$

$$\begin{aligned}
 & (1,275 \times 0,0947) + (0,975 \times 0,0000316) + (4,65 \times 0,0001) \\
 & = 10\log 12/(0,093356 + 0,0967266 + 0,120743 + 0,00003081 + 0,000465) \\
 & = 10\log (12/0,31132141) \\
 & = 10\log 38,545
 \end{aligned}$$

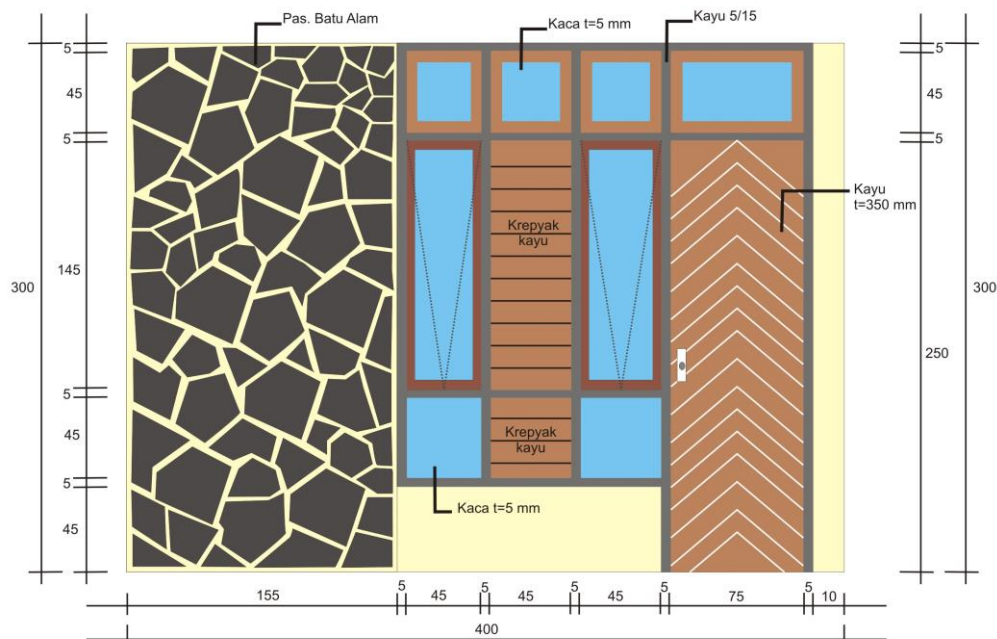
TL = 15,86 dB

Sesuai dengan perhitungan di atas maka besarnya tingkat intensitas bunyi yang seharusnya diterima dalam ruangan yang terdekat dengan ruang luar berdasarkan faktor serapan bunyi oleh jenis material fasade bangunan ialah : $TI_2 - TL = 88,38 - 15,86 = 72,52$ dB, sedangkan berdasarkan hasil pengukuran menggunakan alat *Sound Level Meter* (SLM) diperoleh nilai tingkat intensitas bunyi dalam bangunan sebesar 71,28 dB. Terdapat perbedaan sebesar 1,24 dB, perubahan tingkat bunyi sebesar 1-2 dB (belum dapat dirasakan efeknya) pada pendengaran manusia (Satwiko, 2008).

Standar besarnya tingkat intensitas bunyi untuk ruang tamu yaitu 35 dB (Sangkertadi dan Satwiko). Oleh karena itu akan dilakukan review (perbaikan) terhadap

area sempadan agar sesuai dengan standar di atas, sebagai berikut :

- *Review* (perbaikan) pada fasade bangunan :



Gambar 11. Tipologi Fasade Kasus Pertama Setelah Perbaikan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil ukur dan hasil perhitungan yang telah didapatkan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Menganalogikan ruang luar (tepi jalan dan teras rumah) berbentuk kotak dengan mempertimbangkan pengaruh serapan bunyi oleh udara, sehingga bunyi yang diterima di teras rumah merupakan bunyi yang telah direduksi oleh penghalang dan *soft* material maupun *hard* material sempadan.
- Perbaiki pagar, yang awalnya pagar depan bermaterial besi dengan ketinggian 1,5 m diperbaiki dengan membuat pagar batu setinggi 1,5 m dengan plat besi di atasnya setinggi 0,5 m.
- Fasade bangunan, pada umumnya

material permukaan fasade bangunan tidak berubah kecuali pada material ventilasi. Awalnya ventilasi menggunakan jalusi sirip horisontal diubah menjadi material kaca.

- Besarnya standar resapan bunyi teras dengan ruang tamu yaitu ± 18 dB (standar kawasan permukiman = 55 dB dan standar ruang tamu = 40 dB), oleh karena itu besarnya tingkat bunyi yang direduksi keseluruhan setelah diperbaiki ialah 18,1 dB (55,1 dB – 37 dB).
- Tingkat intensitas bunyi yang diukur dan dihitung pada sample pertama dan NR proposition pada area teras rumah dapat dilihat pada tabel :

Tabel 13. Nilai D, R, H, TI1, TI2, Geometry Barrier serta Noise Reduction Proportion di Teras Rumah

Kasus Ke-	D (m)	R (m)	H (m)	TI1 (dB)	TI2 (dB)	NR Proporsition			
						NR(A)	NR(B)	π	$NR(K) = ((A) + (B)) \times \pi$
1	3	1	0,5	87,2	83,7	3,2	11,6	0,236	3,5

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus. 1987. *Peraturan Menteri Kesehatan No. 78 tahun 1987 tentang Pembagian Zona Peruntukan*. Jakarta. Menteri Kesehatan
- Anonimus. 1996. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 48 tahun 1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan*. Jakarta. Menteri Lingkungan Hidup
- Anonimus. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta. Direktorat Jenderal Bina Marga
- Bangun, L.P., Kamil, I.M. dan Putra A. 2009. *Kebisingan Lalu Lintas dan Hubungannya Dengan Tingkat Ketergangguan Masyarakat (Studi Kasus Jalan Bojongsoang, Kabupaten Bandung)*. Laporan Penelitian Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan ITB
- Doelle, L, dkk. 1993. *Akustik Lingkungan*. Erlangga. Jakarta
- Egan, D. 1941. *Architectural Acoustics*. Jross Publishing. New York
- Frick, Heinz., Ardiyanto, Antonius. dan Darmawan. 2008. *Ilmu Fisika Bangunan*. Kanisius. Bandung
- Hakim, R. 1987. *Unsur Perancangan Dalam Arsitektur Lansekap*. PT. Bina Aksara. Jakarta

- Hananto, S dan Busono, T. 2009. Pengaruh Kebisingan Lalu Lintas Terhadap Efektivitas Proses Belajar Mengajar. Jurnal Ilmiah Arsitektur TERAS, Universitas Pendidikan Indonesia Bandung, Volume IX Nomor 2 Desember 2009. ISSN : 1412-0135. Hal. 1 - 14
- Heru dan Razif, M. 2011. Pemetaan Tingkat Kebisingan Akibat Aktivitas Trans Portasi Di Jalan Kertajaya Indah Timur-Darmahusada Indah Timur-Darmahusada Indah Utara, Surabaya. Laporan Penelitian Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITS
- Ibrahim, M.B. dan Yin, L.S. 1997. Beberapa Spesies Pokok Tropika dalam Menebat bunyi Bising. Makalah dalam International Symposium on Saving Our City Environment Towards Anticipating Urbanization Impacts in 21 Century. Malang. Indonesia
- Jani, Y.B.M. 1997. Pembangunan dan Masalah pencemaran Bunyi Trafik di Johor Bahru, Malaysia. Makalah dalam International Symposium on Saving Our City Environment Towards Anticipating Urbanization Impacts in 21 Century. Malang. Indonesia
- Karden, E.S. 2003. *Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Djambatan. Jakarta
- Maekawa, Z dan Lord. 1994. *Environmental and Architectural Acoustics*. E & FN Spon. UK
- Makainas, I. 2004. Kebisingan Lingkungan Permukiman. Jurnal Ilmiah Edisi Khusus Arsitektur TEKNO, Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado, Volume 02 Nomor 34 April 2004. ISSN : 0215-9617. Hal. 154 – 157
- Marshall. L. 2006. *Architectural Acoustics*. Elsevier Academic Press. New York
- Mediastika, C.E. 2007. Potensi Jerami Padi Sebagai bahan Baku Panel Akustik. DIMENSI Journal of Architecture and built Environment, Department of Architecture Petra Christian University Surabaya, Volume 35 Nomor 2 Desember 2007. 183 – 189 pp
- , 2007. Kualitas Akustik Panel Dinding Berbahan Baku Jerami. DIMENSI Journal of Architecture and built Environment, Department of Architecture Petra Christian University Surabaya, Volume 36 Nomor 2 Desember 2008. 127 – 134 pp
- Purnanta, M. Arief. Soekardono, S. Rianto, Djoko. dan Christianto, Anton. 2008. Pengaruh Bising Terhadap Konsentrasi Belajar Murid Sekolah Dasar. CDK 163 Jurnal Ilmiah Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada, Volume 35 Nomor 4 Agustus 2008. Hal. 190 – 196
- Saenz and Stephens. 1986. *Technology of Environment Pollution Control: Second Edition*. USA. Penwell Publishing Company
- Sam, Fakhruddin. 2012. Studi Model Hubungan Karakteristik Lalu Lintas Dengan Tingkat Kebisingan Kendaraan Pada Ruas Jalan Tol Ir. Sutarna Makassar. Skripsi Sarjana Universitas Hasanuddin. Universitas Hasanuddin Makassar
- Sangkertadi. 2006. *Fisika Bangunan Untuk Mahasiswa Teknik, Arsitektur dan praktisi*. Pustaka Wirausaha Muda. Bogor
- Satwiko, Prasasto. 2008. *Fisika Bangunan*. Andi. Yogyakarta
- Simanjuntak, Alfred. 2009. Model Kebisingan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Jenderal Sudirman Kota Makassar. Skripsi Sarjana Universitas Hasanuddin. Universitas Hasanuddin Makassar
- Sugiyono. 2012. *Statistika Untuk Penelitian*. Alfabeta. Bandung
- Susilawati, Ni Ketut., Sudana, Wayan. dan Setiawan, E.P. 2009. Pengaruh Bising Lalu Lintas Terhadap Penurunan Fungsi Pendengaran Pada Juru Parkir di Kota Denpasar. Laporan Penelitian

- Departemen Ilmu Penyakit Telinga
Hidung Tenggorok Fakultas
kedokteran Universitas Udayana
Rumah Sakit Sanglah Denpasar Bali
- Szokolay. 1980. *Environmental Science Handbook for architects and builders*. The Construction Press. London, New York
- , 2008. *Introduction to Architectural Science The Basis of Sustainable Design*. Architectural Press. Burlington, USA
- Umiati, Sri. 2011. Pengaruh Tata Hijau Terhadap tingkat Kebisingan pada Perumahan Jalan Ratulangi Makassar. Jurnal Ilmiah TEKNIKA 2. Hal. 12 – 19
- Wahyuni, Sari. 2009. Model Hubungan Karakteristik Lalu Lintas dan Tingkat Kebisingan pada Ruas Jalan A.P. Pettarani Kota Makassar. Skripsi Sarjana Universitas Hasanuddin. Universitas Hasanuddin Makassar
- Wardika, I,K. Suparsa, Putu. dan Priyantha, W. 2012. Analisis Kebisingan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Arteri (Studi Kasus Jalan Prof. Dr. Ib. Mantra pada Km 15 s/d Km 16). Jurnal Ilmiah Elektronik Infrastruktur Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana Denpasar. Hal. XV-1 – XV-8